

Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane /**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value**

PROIZVODNJA HLADNO PREŠANOG MAKOVOG ULJA

UDK: 665.344.9

**Tihomir Moslavac^{1*}, Stela Jokić¹, Krunoslav Aladić²,
Maja Galović^{1**}, Drago Šubarić¹**

¹Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska (^{**} studentica diplomskog studija Prehrambeno inženjerstvo)

²Hrvatski Veterinarski Institut, Veterinarski Zavod Vinkovci, Josipa Kozarca 24, 32100 Vinkovci, Hrvatska

izvorni znanstveni rad

Sažetak

Postupkom hladnog prešanja iz sjemenki maka (*Papaver somniferum* L.) dobije se kvalitetno jestivo ulje. Cilj ovog rada bio je ispitati utjecaj procesnih parametara prešanja sjemenki maka na efikasnost proizvodnje hladno prešanog makovog ulja te njegovu kvalitetu. Prilikom prešanja mijenjani su sljedeći procesni parametri: brzina pužnice (frekvencija elektromotora), temperatura zagrijavanja glave preše i nastavak za izlaz pogače. Prešanje je provedeno sa kontinuiranom pužnom prešom. Primjenom standardnih metoda određeni su osnovni parametri kvalitete proizvedenog hladno prešanog makovog ulja. Rezultati ispitivanja pokazuju da procesni parametri hladnog prešanja značajno utječu na iskorištenje makovog ulja. Veće iskorištenje sirovog ulja i hladno prešanog makovog ulja postignuto je kod temperature zagrijavanja glave preše 100 °C, frekvencije elektromotora 25 Hz i nastavka za izlaz pogače 6 mm.

Ključne riječi: sjemenke maka, hladno prešanje, ulje, procesni parametri

Uvod

Mak (*Papaver somniferum* L.) je jedna od najstarije uzgajanih biljaka. Najraniji zapisi o upotrebi maka potječu iz Mezopotamije, gdje se koristio u medicinske svrhe, ali je bio poznat i kao "hul gil" tj. biljka veselja. Atletičari stare Grčke prije natjecanja pili su napitak od vina, maka i meda za zdravlje i snagu. Sjemenke su sitne, bubrežastog oblika, orašastog okusa i hrskave teksture, a mogu biti smeđe, sivo-plave i žute boje. Sjemenka maka sadrži 40 - 55 % kvalitetnog ulja i 20 - 25 % proteina (Özcan i Atalay, 2006). Također, sjemenke maka i makovo ulje imaju značajan udio tokoferola, a posebice vitamin E (α - tokoferol). Osim toga sadrže i α - i γ -tokotrienole (Azcan, Ozturk Kalender i Kara, 2004; Bozan i Temelli, 2008). U makovom ulju se ističu nezasićene masne kiseline, a najviše linolna i oleinska kiselina (Baydar i Turgut, 1999; Luthra i Singh, 1989). Tijekom skladištenja bitno je voditi računa da ne dođe do mehaničkog oštećenja sjemenki. Wagner i sur. (2003) su ustanovili da se oksidacijska stabilnost makovog ulja u slučaju 10 % oštećenog sjemena

*Tihomir.Moslavac@ptfos.hr

smanjila za oko 50 %, a u slučaju 50 % oštećenog sjemena čak za 82 % u periodu od 175 dana pri 40 °C. Danas se mak koristi u pekarskoj i konditorskoj industriji, za proizvodnju ulja, kao ljekovita biljka i začim. Makovo ulje se koristi za prehranu ljudi te za proizvodnju brojnih industrijskih proizvoda (Herceg, 2007). Ulje konzumnog maka je visokokvalitetno ulje, a dobiva se mehaničkim putem, hladnim prešanjem sirovih sjemenki maka na kontinuiranim pužnim prešama. Hladno prešanje se koristi za izdvajanje ulja iz biljnog sjemena, umjesto konvencionalnog postupka gdje se ekstrakcija ulja provodi organskim otapalom. Dobiveno hladno prešano makovo ulje je bezbojno do svijetlo žute boje te se može koristiti izravno kao jestivo ulje (Belitz, Grosch i Schieberle, 2004). S obzirom da kod proizvodnje hladno prešanih i nerafiniranih ulja ne postoji faza koja bi omogućila uklanjanje nepoželjnih kontaminanata iz ulja, znatno su stroži uvjeti kvalitete sirovine (Dimić, 2005). Proizvodnja jestivog biljnog ulja postupkom hladnog prešanja osigurava maksimalno zadržavanje bioaktivnih spojeva kao što su esencijalne masne kiseline, fenolne i flavonoidne tvari, tokoferoli i dr. (Teh i Birch, 2013; Krist i sur., 2005) i senzorska svojstva ulja jer ovdje nema termičke pripreme sirovine (kondicioniranje) prije provedbe prešanja. Sastav tokoferola u makovom ulju je takav da prevladava gama oblik što doprinosi oksidacijskoj stabilnosti ulja. Tokoferoli su prirodna skupina spojeva u biljnim uljima koji imaju antioksidacijska svojstva. Postupkom hladnog prešanja sjemenki dobiva se sirovo ulje koje ide na pročišćavanje (sedimentacija, filtriranje, centrifugiranje) radi dobivanja finalnog proizvoda hladno prešanog ulja (Dimić i Turkulov, 2000; Shahidi, 2005). Kao nusprodukt prešanja uljarica dobiva se uljna pogača u kojoj zaostane određena količina ulja, značajni proteini, minerali, vlakna i drugi sastojci (Zubr, 1997; Quezada i Cherian, 2012). Ulje zaostalo u pogači i oko 25-35 % proteina čine ju pogodnom sirovinom za izradu proizvoda tipa namaz i maslac za prehranu ljudi ili za ishranu životinja. Razni istraživači ukazuju na to da procesni parametri mogu utjecati na iskorištenje ulja tijekom prešanja raznih uljarica. U prijašnjim istraživanjima (Jokić i sur., 2014) proveli smo primjenom pužne preše optimizaciju proizvodnje hladno prešanog orahovog ulja te utvrdili da procesni parametri prešanja utječu na iskorištenje ulja. Također smo utvrdili (Moslavac i sur., 2014) da parametri hladnog prešanja sjemenki divljeg lana *Camelina sativa* L. utječu na iskorištenje sirovog ulja i finalnog hladno prešanog ulja. Predmet istraživanja ovog rada bio je ispitati utjecaj procesnih parametara (frekvencije elektromotora, nastavak za izlaz pogače, temperatura zagrijavanja glave preše) prešanja sjemenke maka na efikasnost proizvodnje hladno prešanog makovog ulja te njegovu kvalitetu. Također, od velike važnosti bilo je ispitati parametre kvalitete proizvedenog hladno prešanog makovog ulja: peroksidni broj, slobodne masne kiseline, udio netopljivih nečistoća te udio vlage i hlapljivih tvari. Kako bi se odredila efikasnost proizvodnje sirovog ulja prešanjem provedeno je određivanje količine ulja u sjemenkama maka i u pogači metodom po Soxhlet-u.

Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane /
Topic: Production of safe food and food with added nutritional value

Materijali i metode

Materijali

Za ispitivanje utjecaja procesnih parametara hladnog prešanja na iskorištenje ulja korištene su pročišćene i osušene sjemenke maka nabavljene iz firme Cum fructu d.o.o. (Zagreb, Hrvatska).

Metode

Proizvodnja hladno prešanog ulja

Hladno prešanje sjemenki maka provedeno je primjenom kontinuirane pužne preše model SPU 20 (Elektromotor-Šimon, Srbija) kapaciteta prerade uljarica 20 kg/sat. Za svaki eksperiment prešanja korišteno je 0,5 kg sirovine.

Određivanje udjela ulja

Određivanje udjela ulja u sjemenkama maka i pogači nakon postupka prešanja provedeno je primjenom metode ISO 734-1:1998 (Određivanje masti po Soxhletu).

Određivanje slobodnih masnih kiselina (SMK)

Kiselost jestivih biljnih ulja nastaje kao rezultat hidrolize triacilglicerola u prisustvu vode i lipolitičkih enzima, a izražena je kao udjel slobodnih masnih kiselina (%SMK). Određivanje udjela slobodnih masnih kiselina u ispitivanom svježe proizvedenom makovom ulju provedeno je standardnom metodom HRN EN ISO 660:1996 koja se temelji na principu titracije s otopinom natrij-hidroksida. Rezultat se izražava kao udjel (%) slobodnih masnih kiselina (SMK).

$$\text{SMK (\% oleinske kiseline)} = V \cdot c \cdot M / 10 \cdot m \quad (1)$$

V = utrošak otopine natrij-hidroksida za titraciju uzorka (mL)

c = koncentracija otopine natrij-hidroksida za titraciju, c(NaOH) = 0,1 mol/L

M = molekulska masa oleinske kiseline, M = 282 g/mol

m = masa uzorka ulja za ispitivanje (g)

Određivanje peroksidnog broja (Pbr)

Određivanje peroksidnog broja ispitivanog hladno prešanog makovog ulja provedeno je standardnom metodom HRN EN ISO 3960:2007. Rezultat je izražen kao mmol aktivnog kisika koji potječe iz nastalih peroksida prisutnih u 1 kg ulja.

$$Pbr = (V_1 - V_0) \cdot 5 / m \text{ (mmol O}_2 \text{ /kg)} \quad (2)$$

V_1 = volumen otopine natrij-tiosulfata, $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01 \text{ mol/L}$ utrošen za titraciju uzorka ulja (mL)

V_0 = volumen otopine natrij-tiosulfata utrošen za titraciju slijepe probe (mL)

m = masa uzorka ulja (g)

Određivanje vode

Određivanje količine vode i hlapljivih tvari u makovom ulju provedeno je prema metodi HRN EN ISO 662:1998.

$$\% \text{ vode} = m_1 - m_2 / m_1 - m_0 \times 100 \quad (3)$$

m_0 = masa staklene posudice (g)

m_1 = masa staklene posudice i uzorka prije sušenja (g)

m_2 = masa staklene posudice i uzorka nakon sušenja (g)

Određivanje netopljivih nečistoća

Određivanje količine netopljivih nečistoća u makovom ulju provedeno je prema metodi HRN EN ISO 663:1992.

$$\% \text{ netopljive nečistoće} = m_2 - m_1 / m_0 \times 100 \quad (4)$$

m_0 = masa uzorka (g)

m_1 = masa osušenog filter lijevka (g)

m_2 = masa filter lijevka s nečistoćama nakon sušenja (g)

Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane /
Topic: Production of safe food and food with added nutritional value

Određivanje jodnog broja

Određivanje jodnog broja provedeno je primjenom metode HRN EN ISO 3961:2013.

$$\text{Jodni broj} = \frac{(a-b)}{c} \times 0,01269 \times 100 \text{ (g J}_2\text{/100 g)} \quad (5)$$

a - mL 0,1 M otopine (Na₂S₂O₃) za titraciju slijepe probe;

b - mL 0,1 M otopine (Na₂S₂O₃) za titraciju uzorka;

c - masa ispitivanog uzorka (g)

Određivanje saponifikacijskog broja

Određivanje saponifikacijskog broja (broja osapunjenja) provedeno je primjenom metode HRN EN ISO 3657:2013.

$$\text{Saponifikacijski broj} = \frac{(a-b)}{Ok} \times 28,1 \text{ (mg KOH/g)} \quad (6)$$

a - mL 0,5 M otopine HCl utrošenog za slijepu probu;

b - mL 0,5 M otopine HCl utrošenog za glavnu probu;

Ok = odmjerna količina uzorka (g);

(1 mL 0,5 M otopine HCl ekvivalentan je 28,1 mg KOH).

Izračunavanje stupnja djelovanja prešanja

Na temelju udjela ulja u sirovini i dobivenoj pogači, može se izračunati prinos prešanog ulja, odnosno stupanj djelovanja prešanja (Dimić i Turkulov, 2000).

Količina sirovog ulja dobivenog prešanjem izračunata je prema jednadžbi (Dimić, 2005):

$$U = U_o - U_p * (a / b) \text{ (\%)} \quad (7)$$

U - količina prešanog ulja (%);

U_o - udio ulja u sirovini (%);

U_p - udio ulja u pogači (%);

a - suha tvar u sirovini (%);

b - suha tvar u pogači (%).

Za izračunavanje Stupnja djelovanja prešanja (P) korištena je sljedeća jednadžba:

$$P = (U / U_o) * 100 (\%) \quad (8)$$

U - količina prešanog ulja (%)

U_o - udio ulja u sirovini (%)

Rezultati i rasprava

Prije provedbe prešanja sjemenki maka, određen je udio ulja u sjemenkama te je srednja vrijednost iznosila 40,29 %. Također, standardnom metodom određen je i izračunat udio vlage u sjemenkama pri čemu je dobivena vrijednost 7,07 %.

Utjecaj procesnih parametara prešanja na iskorištenje ulja

Rezultati ispitivanja utjecaja procesnih parametara prešanja sjemenki maka (veličina otvora za izlaz pogače, frekvencija elektromotora, temperatura zagrijavanja glave preše) na iskorištenje sirovog ulja i hladno prešanog makovog ulja prikazani su u Tablicama 1-3. Na proizvedenom hladno prešanom makovom ulju ispitani su osnovni parametri kvalitete prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima NN 41/12 (Tablica 4).

Utjecaj frekvencije elektromotora (brzine pužnice) na proizvodnju sirovog i hladno prešanog makovog ulja prikazan je u Tablici 1. Ispitan je utjecaj četiri frekvencije elektromotora: 20, 25, 30 i 35 Hz, uz konstantnu temperaturu zagrijavanja glave preše (70 °C) i konstantnu veličinu otvora za izlaz pogače (6 mm). Prešanjem sjemenke maka brzinom pužnice 20 Hz dobiveno je 211 mL sirovog ulja temperature 37,5 °C, a nakon sedimentacije (taloženja) u trajanju od 3 tjedna i vakuum filtracije volumen finalnog ulja iznosio je 118 mL. Udio zaostalog ulja u pogači iznosio je 13,52 %, a stupanj djelovanja preše 66,44 %. Povećanjem frekvencije elektromotora na 25, 30 i 35 Hz zapaženo je smanjenje volumena kako sirovog tako i finalnog hladno prešanog ulja. Također, stupanj djelovanja preše porastom brzine pužnice se smanjio što rezultira i većim udjelom zaostalog ulja u pogači. Tijekom hladnog prešanja sjemenke maka pri manjim brzinama pužnice masa sirovine se vremenski duže zadržava u sustavu pod tlakom što omogućuje efikasnije cijedenje ulja, a samim time i bolje iskorištenje ulja. To je ujedno i razlog zbog čega je iskorištenje ulja veće pri brzini pužnice 20 Hz nego kod brzine 25, 30 i 35 Hz. Kartika i sur. (2010) ističu također da parametar F ima utjecaj na iskorištenje ulja, tj. da se pri manjoj vrijednosti ovog parametra dobiva više ulja jer se stvaraju veći tlakovi pa se više ulja iscijedi iz uljarice.

Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane /
Topic: Production of safe food and food with added nutritional value

Tablica 1. Utjecaj frekvencije elektromotora (brzine pužnice) kod prešanja sjemenki maka pri 70 °C i otvorom nastavka 6 mm na iskorištenje hladno prešanog ulja

Table 1. Effect of frequency electric motor (speed screw) during pressing poppy seeds at 70 °C and nozzle size 6 mm on the yield of cold pressed oil

| Parametri prešanja | Masa polazne sirovine (kg) | Volumen sirovog ulja (mL) | Volumen ulja nakon 3 tjedna taloženja i vakuum filtriranja (mL) | Temperatura sirovog ulja (°C) | Masa dobivene pogače (g) | Udio ulja u pogači (%) | Stupanj djelovanja preše (%) |
|--------------------|----------------------------|---------------------------|---|-------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------|
| F = 20 Hz | 0,5 | 211 | 118 | 37,5 | 312,75 | 13,52 | 66,44 |
| F = 25 Hz | | 209 | 113 | 37 | 320,10 | 14,61 | 63,74 |
| F = 30 Hz | | 205 | 105 | 40 | 326,10 | 14,90 | 63,02 |
| F = 35 Hz | | 200 | 102 | 39 | 325,66 | 15,20 | 62,27 |

Udio ulja u sjemenkama maka je 40,29 %, a udio vode 7,07 %.

N – veličina otvora glave preše, definira promjer pogače (mm);

F – frekventni regulator, regulira brzinu pužnice preše (Hz);

T – temperatura grijača glave preše kod izlaza pogače (°C);

Utjecaj temperature zagrijavanja glave preše (70, 80, 90, 100 °C) kod konstantnih parametara (N = 6 mm i F = 25 Hz) na iskorištenje ulja prikazan je u Tablici 2. Dobiveni rezultati kod ovog ispitivanja pokazuju da se porastom temperature zagrijavanja glave preše povećavaju volumen i temperatura sirovog ulja te količina proizvedenog hladno prešanog makovog ulja, dok se udio ulja u pogači postepeno smanjuje. Veća proizvodnja sirovog ulja i hladno prešanog ulja dobivena je kod zagrijavanja glave preše na 100 °C uz niži udio zaostalog ulja u pogači (11,99 %) i najveći stupanj djelovanja preše (70,24 %). Rezultat porasta količine proizvedenog makovog ulja s porastom temperature zagrijavanja glave preše objašnjava se tako da se prešanjem povećava i procesni tlak što rezultira i boljim cijedenjem ulja tijekom prešanja. Martinez i sur. (2013) također ukazuju da temperatura prešanja značajno utječe na iskorištenje ulja. Također se porastom temperature snižava i viskoznost ulja što dovodi do većeg iskorištenja ulja tijekom prešanja.

Tablica 2. Utjecaj temperature zagrijavanja glave preše kod prešanja sjemenki maka pri 25 Hz i sa nastavkom otvora 6 mm na iskorištenje hladno prešanog ulja

Table 2. Effect of temperature heating head presses during pressing poppy seeds at 25 Hz and nozzle size 6 mm on yield of cold pressed oil

| Parametri prešanja | Masa polazne sirovine (kg) | Volumen sirovog ulja (mL) | Volumen ulja nakon 3 tjedna taloženja i vakuum filtriranja (mL) | Temperatura sirovog ulja (°C) | Masa dobivene pogače (g) | Udio ulja u pogači (%) | Stupanj djelovanja preše (%) |
|--------------------|----------------------------|---------------------------|---|-------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------|
| T = 70 °C | 0,5 | 190 | 113 | 37 | 320,10 | 14,61 | 63,74 |
| T = 80 °C | | 200 | 110 | 41 | 319,93 | 13,85 | 62,62 |
| T = 90 °C | | 205 | 120 | 44 | 319,63 | 12,47 | 69,05 |
| T = 100 °C | | 210 | 128 | 47 | 315,93 | 11,99 | 70,24 |

U Tablici 3 prikazan je utjecaj nastavka na glavi preše koji utječe na tlak koji se zahvaljujući veličini nastavka stvara u preši i djeluje na iskorištenje sirovog ulja i finalnog hladno prešanog makovog ulja. Upotrebom nastavka veličine otvora N = 6 mm i prešanjem kod konstantnih uvjeta frekvencije elektromotora (brzina pužnice) F = 25 Hz i temperature zagrijavanja glave preše T = 70 °C, dobiveno je 190 mL sirovog ulja temperature 37 °C. Nakon sedimentacije (taloženja) od 3 tjedna i vakuum filtracije volumen proizvedenog hladno prešanog makovog ulja iznosio je 113 mL. Masa dobivene pogače iznosila je 320,1 g, a udio zaostalog ulja u pogači (nusprodukt prešanja) 14,61 %, te stupanj djelovanja preše 63,74 %. Korištenjem nastavka veličine otvora 9 mm te prešanjem uz navedene vrijednosti temperature i frekvencije, dobiven je manji volumen sirovog ulja (180 mL) i finalnog ulja (108 mL). Analizom zaostalog ulja u pogači utvrđena je vrijednost 15,69 % te izračunat stupanj djelovanja preše 61,06 %. Kod zadnjeg ispitivanja utjecaja veličine otvora glave preše korišten je nastavak veličine 12 mm, a rezultati su sljedeći: volumen sirovog ulja (180 mL), volumen finalnog ulja nakon taloženja i filtracije (101 mL), udio zaostalog ulja u pogači (16,65 %) i stupanj djelovanja preše (58,67 %). Primjenom nastavka veličine otvora 6 mm dobivene su veće vrijednosti količine sirovog ulja i finalnog hladno prešanog makovog ulja te manji udio zaostalog ulja u pogači u odnosu na primjenu nastavka veličine 9 i 12 mm. Razlog tome je taj što se primjenom nastavka manjeg promjera postiže veći procesni tlak tijekom prešanja sjemenki maka, to rezultira većim iskorištenjem ulja i manjim udjelom zaostalog ulja u pogači. Rac (1964) ističe da debljina pogače utječe na radni tlak u preši, odnosno što je veličina otvora na glavi preše manja to je radni tlak veći. Također, analiza rezultata ukazuje da se korištenjem nastavka većeg promjera stupanj djelovanja preše smanjuje.

Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane /
Topic: Production of safe food and food with added nutritional value

Tablica 3. Utjecaj veličine otvora glave preše za izlaz pogače kod prešanja sjemenki maka pri 70 °C i 25 Hz na iskorištenje hladno prešanog ulja

Table 3. Effect of nozzle size head presses during pressing poppy seeds at 70 °C and 25 Hz on yield of cold pressed oil

| Parametri prešanja | Masa polazne sirovine (kg) | Volumen sirovog ulja (mL) | Volumen ulja nakon 3 tjedna taloženja i vakuum filtriranja (mL) | Temperatura sirovog ulja (°C) | Masa dobivene pogače (g) | Udio ulja u pogači (%) | Stupanj djelovanja preše (%) |
|--------------------|----------------------------|---------------------------|---|-------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------|
| N = 6 mm | 0,5 | 190 | 113 | 37 | 320,10 | 14,61 | 63,74 |
| N = 9 mm | | 180 | 108 | 38 | 326,41 | 15,69 | 61,06 |
| N = 12 mm | | 180 | 101 | 38 | 325,10 | 16,65 | 58,67 |

Kvaliteta proizvedenog makovog ulja

Na proizvedenom hladno prešanom makovom ulju provedeno je određivanje osnovnih parametara kvalitete prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 41/12). Osim osnovnih parametara kvalitete ispitivane su i karakteristike za identifikaciju ovog ulja (saponifikacijski broj, jodni broj). Rezultati osnovnih parametara kvalitete hladno prešanog makovog ulja prikazani su u Tablici 4. Dobivene vrijednosti ispitivanja peroksidnog broja (Pbr) i udjela vode su u skladu s Pravilnikom, a udio netopljivih nečistoća malo je veće vrijednosti od propisane. Udio slobodnih masnih kiselina (SMK) iznosio je 6,87 % što premašuje maksimalno dozvoljenu vrijednost prema Pravilniku (2%) i ne udovoljava zahtjevima Pravilnika. Povećani udio SMK vjerojatno je rezultat nepravilnog skladištenja sirovine koji je doveo do hidrolitičke razgradnje kao vrste kvarenja ulja što rezultira porastom kiselosti ulja. U sjemenkama maka nisu uočene nečistoće koje mogu uzrokovati kvarenje ulja. Vrijednosti saponifikacijskog broja i jednog broja odgovaraju literaturnim podacima za makovo ulje.

Tablica 4. Početne kemijske karakteristike ispitivanog makovog ulja

Table 4. Initial chemical characteristics of the tested poppy seed oil

| Parametar kvalitete | Makovo ulje (hladno prešano) |
|------------------------------------|------------------------------|
| Pbr (mmol O ₂ /kg) | 0,46 |
| SMK (% oleinske kiseline) | 6,87 |
| Voda (%) | 0,17 |
| Netopljive nečistoće (%) | 0,47 |
| Jodni broj (gI ₂ /100g) | 139,29 |
| Saponifikacijski broj (mgKOH/g) | 192,59 |

SMK – slobodne masne kiseline, izražene kao % oleinske kiseline;
 Pbr – peroksidni broj, mmol O₂/kg.

Zaključci

Temeljem dobivenih rezultata ispitivanja procesnih parametara prešanja sjemenki maka može se zaključiti da veličina otvora glave preše za izlaz pogače, temperatura zagrijavanja glave preše i frekvencija elektromotora utječu na iskorištenje ulja tijekom hladnog prešanja. Prešanjem sjemenke maka primjenom nastavka za izlaz pogače manjeg promjera proizvedena je veća količina sirovog ulja i hladno prešanog ulja. Korištenjem nastavka manjeg promjera nastaje veći tlak tijekom prešanja što rezultira većom proizvodnjom ulja uz manji udio zaostalog ulja u pogači te veći stupanj djelovanja preše. Zagrijavanjem glave preše tijekom prešanja dolazi do kondicioniranja maka i omekšavanja pogače što rezultira većim iskorištenjem ulja. Porastom temperature glave preše dobivena je veća količina sirovog ulja i hladno prešanog ulja uz manji udio zaostalog ulja u pogači. Frekvencija elektromotora regulira brzinu pužnice i time utječe na vrijeme trajanja prešanja sjemenke maka kod određenog tlaka. Prešanjem sjemenki maka kod manje frekvencije elektromotora proizvedena je veća količina sirovog ulja i hladno prešanog ulja. Proizvedeno hladno prešano makovo ulje pokazuje sukladnost prema Pravilniku kod vrijednosti peroksidnog broja i udjela vode, a slobodne masne kiseline i netopljive nečistoće su nešto povećane.

Literatura

- Azcan, N., Ozturk Kalender, B., Kara, M. (2004): Investigation of Turkish poppy seeds and seed oils. *Chem. Nat. Compd.* 40, 370-372.
- Baydar, H., Turgut, I. (1999): Variations of fatty acid composition ascending to some morphological and physiological properties and acological regions in oil seed plants. *Turk. J. Agric. For.* 23, 81-86.
- Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberle, P. (2004): Food Chemistry: Translation from the Fifth German Edition by M.M., Burghagen, Springer, Germany, pp. 152-234.
- Bozan, B., Temelli, F. (2008): Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresour. Technol.* 99, 6354-6359.
- Dimić, E. (2005): Hladno ceđena ulja, Tehnološki fakultet Novi Sad, str. 102-105.
- Dimić, E., Turkulov, J. (2000): Kontrola kvalitete u tehnologiji jestivih ulja, Tehnološki fakultet, Novi Sad, str. 143-149.
- Herceg, N. (2007): Ratarstvo gospodarstvo – Industrijsko bilje, FRAM- ZIRAL, Mostar.
- HRN EN ISO 662: 1998. - Životinjske i biljne masti i ulja - Određivanje količine vode i hlapljivih tvari.
- HRN EN ISO 663: 1992. - Životinjske i biljne masti i ulja - Određivanje količine netopljivih nečistoća.
- HRN EN ISO 660: 1996. - Životinjske i biljne masti i ulja - Određivanje kiselinskog broja i kiselosti.
- HRN EN ISO 3960: 1998. - Životinjske i biljne masti i ulja - Određivanje peroksidnog broja, Jodometrijsko određivanje točke završetka.
- ISO 734-1: 1998. - Određivanje masti po Soxhletu.
- HRN EN ISO 3961: 2013. - Životinjske i biljne masti i ulja - Određivanje jednog broja.

Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane /
Topic: Production of safe food and food with added nutritional value

- HRN EN ISO 3657: 2013. - Životinjske i biljne masti i ulja - Određivanje broja osapunjenja.
- Jokić, S., Moslavac, T., Bošnjak, A., Aladić, K., Rajić, M., Bilić, M. (2014): Optimisation of walnut oil production. *Croat. J. Food Sci. Technol.* 6 (1), 27-35.
- Kartika, A., Pontalier, P. Y, Rigal, L. (2010): Twin-screw extruder for oil processing of sunflower seeds: Thermo-mechanical pressing and solvent extraction in a single step. *Ind. Crops Prod.* 72, 297-304.
- Krist, S., Stuebiger, G., Unterweger, H., Bandion, F., Buchbauer, G. (2005): Analysis of volatile compounds and triglycerides of seed oils extracted from different poppy varieties (*Papaver somniferum* L.). *J. Agric. Food Chem.* 53, 8310-8316.
- Luthra, R., Singh, N. (1989): Changes in fatty acid composition accompanying the deposition of triacylglycerols in developing seeds of opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Plant Sci.* 60, 55-60.
- Martinez, M., Penci, C., Marin, A., Ribotta, P. (2013): Screw press extraction of almond: Oil recovery and oxidative stability. *J. Food Eng.* 72, 40-45.
- Moslavac, T., Jokić, S., Šubarić, D., Aladić, K., Vukoja, J., Prce, N. (2014): Pressing and supercritical CO₂ extraction of *Camelina sativa* oil. *Ind. Crops Prod.* 54, 122-129.
- Rac, M. (1964): Ulja i masti. Privredni pregled, Beograd, str. 209-226.
- Özcan, M. M., Atalay, C. (2006): Determination of seed and oil properties of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties. *Grasas aceites* 57, 169-174.
- Quezada, N., Cherian, G. (2012): Lipid characterization and antioxidant status of the seeds and meals of *Camelina sativa* and flax. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 114, 974-982.
- Shahidi, F. (2005): Bailey's Industrial Oil & Fat Products (Sixth Edition), Volume 5, Edible Oil & Fat Products: Processing Technologies, Wiley-Interscience Publication, pp. 269-513.
- Teh, S. S., Birch, J. (2013): Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils. *J. Food Comps. Anal.* 30, 26-31.
- Wagner, K. H., Isnardy, B., Elmadfa, I. (2003): Effects of seed damage on the oxidative stability of poppy seed oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 105, 219-224.
- Zubr, J. (1997): Oil-seed crop: *Camelina sativa*. *Ind. Crops Prod.* 6, 113-119.

THE PRODUCTION OF COLD-PRESSED POPPY SEED OIL

UDC: 665.344.9

**Tihomir Moslavac¹, Stela Jokić¹, Krunoslav Aladić²,
Maja Galović^{1**}, Drago Šubarić¹**

¹*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia (** student)*

²*Croatian Veterinary Institute, Branch - Veterinary Institute Vinkovci, Josipa Kozarca 24, HR-32100 Vinkovci, Croatia*

original scientific paper

Summary

The cold pressing of the poppy seeds (*Papaver somniferum* L.) is used to obtain high-quality edible oil. The aim of this study was to investigate the influence of process parameters of pressing poppy seeds on efficiency of production of cold-pressed poppy oil and its quality.

Following process parameters were investigated: frequency, temperature of head presses, and nozzle size. Pressing was carried out with a continuous screw press. Using standard methods, the basic quality parameters of produced cold pressed poppy oil were determined. The results showed that the process parameters of cold pressing had a significant impact on the yield of poppy oil. Higher yield of crude oil and cold-pressed poppy oil was obtained at a temperature of heating head presses 100 °C, frequency of 25 Hz and using nozzle size of 6 mm.

Keywords: poppy seeds, cold pressing, oil, process parameters